

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA

"Influencia de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano (*Musa AAA*) en el Ecuador"

AUTORA

Genesis Andreina Averos Pinos

TUTORA

Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano MBA.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2022

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

RESUMEN

La presente investigación trata la temática sobre la influencia de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano (Musa AAA) en el Ecuador. El uso indiscriminado de agroquímicos sumado a malas prácticas agrícolas, forman un papel importante en el proceso de degradación de suelos, contaminación de acuíferos, mineralización de materia orgánica, afectando la composición química y física de los suelos, el uso frecuente de fungicidas herbicidas y fertilizantes afecta el valor nutricional del banano. Los microorganismos eficientes (ME), se presentan como una alternativa que combina microorganismos beneficiosos (levaduras, bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentadora), para incrementar la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante con el fin de mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, que promueven la germinación de semillas, crecimiento de las raíces, favorecen la floración, mejor absorción de nutrientes, además para suprimir agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en el cultivo de banano.

Palabras Claves: Fertilidad, Suelo, Producción, Microorganismos Eficiente.

SUMMARY

This research deals with the influence of efficient microorganisms on the production of banana cultivation (Musa AAA) in Ecuador. The indiscriminate use of agrochemicals added to bad agricultural practices, form an important role in the process of soil degradation, contamination of aquifers, mineralization of organic matter, affecting the chemical and physical composition of soils, the frequent use of herbicide fungicides and fertilizers affects the nutritional value of bananas. Efficient microorganisms (EM), are presented as an alternative that combines beneficial microorganisms (yeasts, photosynthetic bacteria, lactic acid bacteria, actinomycetes and filamentous fungi with fermenting capacity), to increase the efficiency of organic matter as fertilizer in order to improve the chemical, physical and biological properties of soils, which promote seed germination, root growth, favor flowering, better absorption of nutrients, in addition to suppressing phytopathogenic agents causing diseases in banana cultivation.

Keywords: Fertility, Soil, Production, Efficient microorganisms.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1
CAPITULO 1 2
MARCO METODOLÓGICO 2
1.1. Definición del tema caso de estudio 2
1.2. Planteamiento del problema 2
1.3. Justificación 2
1.4. Objetivos 3
1.4.1. Objetivo General 3
1.4.2. Objetivos Específicos 3
1.5. Fundamentación teórica 3
1.5.1. Origen del Banano 3
1.5.2. Importancia y Producción del Cultivo de Banano 4
1.5.3. Ubicación geográfica del sector bananero en Ecuador 4
1.5.4. Descripción Botánica de la planta de banano 4
1.5.5. Origen de los microorganismos eficientes 6
1.5.6. Microorganismos eficientes 7
1.5.7. Modo de Acción de los Microorganismos 7
1.5.8. Efectos del EM 8
1.5.9. Principales Microorganismos Eficientes 8
1.5.10. Efectos de los ME sobre la Fisiología de la planta 11
1.6. Hipótesis 13
1.7. Metodología de la Investigación 13
CAPÍTULO II 14
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN 14
2.1. Desarrollo del caso 14
2.2. Situaciones detectadas 14
2.3. Soluciones planteadas 15
2.4. Conclusiones 15
2.5. Recomendaciones 16
BIBLIOGRAFIA 17

INTRODUCCIÓN

Dentro de las actividades agrícolas, la producción bananera es uno de los principales rubros que contribuye de manera significativa al desarrollo socioeconómico del Ecuador, la actividad bananera es considerada como una de las principales fuentes de empleos para las familias ecuatorianas.

En la agricultura actual, el uso indiscriminado de agroquímicos sumado a malas prácticas agrícolas, forman un papel importante en el proceso de degradación de suelos, contaminación de acuíferos, mineralización de materia orgánica, formación de aglomeraciones afectando la composición química y física de los suelos. Cabe mencionar que el uso frecuente de fungicidas herbicidas y fertilizantes afecta el valor nutricional del banano (León 2020).

Los microorganismos eficientes (ME), es una tecnología que combina microorganismos beneficiosos como levaduras, bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentadora. Desde el punto de vista agrícola promueven la germinación de semillas, crecimiento de las raíces, y favorecen la floración, con respecto a los procesos fisiológicos los ME mejoran la capacidad fotosintética y una mejor absorción de nutrientes. Además de incrementar la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante con el fin de mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos para suprimir agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en el cultivo de banano (Morocho y Mora 2019).

La presente investigación se realizará con la finalidad de estudiar la influencia de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano (*Musa AAA*)”

CAPITULO 1

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata la temática correspondiente a la influencia de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano (*Musa AAA*) en el Ecuador.

1.2. Planteamiento del problema

El desconocimiento de las ventajas de la aplicación de Microorganismos Eficientes en el cultivo de banano (*Musa AAA*) limita el rendimiento y producción en las bananeras del Ecuador.

Las bananeras del Ecuador con el objetivo de mejorar la producción, eliminar plagas y aumentar la rentabilidad del banano, ha llevado a la utilización a gran escala de los agroquímicos, con el fin de maximizar las cosechas, sin considerar la degradación y desgaste de los suelos y de los efectos nocivos en la salud de la población. Los niveles de consumo de fertilizantes utilizados en el cultivo de banano en el Ecuador son de 682 kg/Ha de tierra cultivable, que son niveles relativamente elevados a escala mundial.

1.3. Justificación

El siguiente trabajo de investigación propone informar sobre la influencia de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano.

Ecuador es uno de los principales exportadores de banano de alta calidad en el mundo, el mismo que ha cumplido con estándares de mercados exigentes como los de la Unión Europea y los Estados Unidos. En el 2020 la superficie plantada de banano, fue de 165.080 hectáreas, localizado en la Región Costa donde la provincia de Los Ríos comprende la mayor producción a nivel nacional,

con una participación del 41.4% en la producción, seguida de El Oro 27%, Guayas 14% (Márquez 2021)

Los microorganismos eficientes son presentados a los productores como una alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos, contribuyendo a restablecer el equilibrio microbiano, deteriorado por las malas prácticas agronómicas, estos microorganismos aceleran la descomposición de los desechos orgánicos en el suelo, permitiendo la disponibilidad de nutrientes para las plantas mejorando la productividad y desarrollo del banano (León s. f.)

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar la influencia de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano (*Musa AAA*)

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre el uso de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano (*Musa AAA*).

- Describir los beneficios del uso de microorganismos eficientes en el cultivo de banano (Musa AAA), a fin de incrementar la producción.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Origen del Banano

El banano (Musa AAA) es una monocotiledónea perteneciente a la familia Musácae, que se cultiva desde hace 10.000 años, originaria de la región de Indomalaya donde se propagó hacia el sur y el oeste alcanzando Hawái y la Polinesia (Orellana et al. 2008)

1.5.2. Importancia y Producción del Cultivo de Banano

El banano ocupa la posición número cuarto de cultivo alimentario más importante del mundo con un alto índice de consumo per-cápita y un comercio consolidado y bien distribuido, el sector bananero juega un papel importante en la economía y desarrollo del Ecuador, generando empleos a más de 2.5 millones de personas.

Ecuador desde 1952 es considerado el primer exportador de banano a nivel mundial, cuyas exportaciones anuales oscilan 6,64 millones de toneladas, representando el 30% de las exportaciones mundiales.

Ecuador exportó 387 millones de cajas de banano durante el 2020, en plena pandemia, un crecimiento del 5,3 % respecto del 2019 (Ramos 2021)

La exportación bananera representa el 2% del PIB general y aproximadamente el 35% del PIB agrícola y el 20 % de las exportaciones privadas del país (Ministerio de Comercio Exterior 2017)

1.5.3. Ubicación geográfica del sector bananero en Ecuador

Las excelentes condiciones climáticas y ecológicas favorecen al Ecuador, permitiendo que pequeños y grandes productores desarrollen la explotación del banano para abastecer la demanda mundial (Jaramillo y Arguello 2020)

Las principales provincias de la zona Costera dedicada a la explotación del banano son: Guayas, El Oro, Los Ríos, Esmeraldas y Manabí.

1.5.4. Descripción Botánica de la planta de banano

1.5.4.1. Sistema Radicular

Las plantas de banano tienen un sistema radicular primario y uno adventicio, su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar los

2,5-3 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m en profundidad. Las raíces primarias se originan en la superficie del cilindro central del rizoma, y las secundarias y terciarias en las raíces primarias (Baena y Vezina 2020)

1.5.4.2. Pseudotallo

Parte de la planta que se asemeja a un tronco es, en realidad, un falso tallo denominado pseudotallo, formado por un conjunto de vainas superpuestas, es carnoso y bastante fuerte, puede soportar un racimo de 50 kg. A medida que las hojas emergen el pseudotallo continúa creciendo hacia arriba y alcanza su máxima altura cuando el tallo verdadero sirve de soporte a la inflorescencia la planta.(Pedraza 2019)

1.5.4.3. Tallo

Se diferencian tres partes en el mismo: el rizoma, el tallo aéreo y el pedúnculo (Patricia 2022)

El tallo aéreo es la parte de la planta que crece verticalmente por encima del suelo. A medida que se desarrolla, lleva la inflorescencia y las bases foliares hacia arriba dentro del pseudotallo.

El rizoma es una modificación del tallo que crece lateralmente, tiene muchos nodos que pueden ser cortados y replantados para producir nuevas plantas. El pedúnculo es el tallo que sostiene la inflorescencia y la fija al rizoma.

1.5.4.4. Hojas

Las hojas son grandes y ovaladas, tienen una nervadura central que las divide en dos láminas, emergen de la parte superior del tallo y pueden alcanzar hasta 3 m de longitud y 60 cm de ancho, antes de producirse la floración, salen entre 30 y 40 hojas.(Polanco 2017)

1.5.4.5. Flor

La flor o bellota del banano emerge como un cono largo y afilado al final de la formación de un racimo de bananos, contiene pétalos firmes, ligeramente cerosos y tiesos al halarse, el color de los pétalos consiste en tonos morados con rojo profundo (Vélez 2018)

La inflorescencia es una estructura compleja que contiene las flores que se desarrollarán en frutos. Se apoya en el tallo floral, es decir, en el tallo verdadero de la planta (Molina 2020)

Las flores femeninas aparecen primero, el ovario se desarrolla en un fruto sin semillas mediante partenocarpia (sin polinización), a medida que surge la bráctea (hoja modificada) expone las flores femeninas que están aglomeradas en los nódulos y desarrollan manos de frutos. Las flores masculinas en la yema producen polen que puede ser estéril (Miranda 2021)

1.5.4.6. Fruto

El fruto de banano se caracteriza como una cereza con pericarpio, sin polinización, son estériles, se forma partiendo de los ovarios de las flores postiladas que muestran un gran aumento en volumen, la parte comestible es el resultado del engrosamiento de las paredes del ovario convertido en una masa parenquimatosa cargada de azúcar y almidón (Caceres 2016)

1.5.5. Origen de los microorganismos eficientes

El concepto de microorganismos eficientes surgen en los años ochenta, por el Ingeniero Agrícola Dr. Teuro Higa, profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa-Japón, crea una tecnología, asociada al cultivo mixto de microorganismos eficientes (bacterias fotosintéticas ,ácido lácticas y levaduras), como una alternativa que reemplazara los fertilizantes y pesticidas sintéticos, popularizados después de la segunda guerra mundial.

1.5.6. Microorganismos eficientes

Los Microorganismo Eficiente (EM), es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos eficaces, efectivos, eficientes), consisten en un cultivo mixto de microorganismos benéficos de origen natural, entre la cual encontramos; bacterias ácido lácticas, bacterias o fotosintéticas, levaduras, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentativa.

Producen sustancias útiles que incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares que promueven el crecimiento de las plantas, pueden suprimir la presencia de patógenos (Arias 2010)

Estudios han demostrado que la inoculación de cultivos de EM, al suelo mejorar la diversidad microbiana, permitiendo el crecimiento y desarrollo de la planta, para aumentar la calidad y rendimiento del cultivo.

Los EM no son un sustituto de otras prácticas de manejo, sino es una herramienta adicional para optimizar las prácticas de manejo del suelo y cultivos, como: rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, labranza de conservación, reciclaje de residuos de cosechas y biocontrol de plagas. (Omar y Ernesto 2013)

1.5.7. Modo de Acción de los Microorganismos

Los microorganismos EM, para su funcionamiento y desarrollo, toman sustancias generadas por otros organismos. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los ME para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas (Feijoo y Mesa 2016)

Cuando los ME incrementan su población, aumenta la actividad de los microorganismos naturales enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales y suprimiendo microorganismos patógenos.

1.5.8. Efectos del EM

Algunos de los efectos benéficos de la aplicación del EM

- ✓ Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
- ✓ Mejora física, química y biológicamente de los suelos, y suprime los patógenos y pestes que promueven enfermedades
- ✓ Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
- ✓ Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.
- ✓ Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante

1.5.9. Principales Microorganismos Eficientes

1.5.9.1. Bacterias del ácido láctico

Estas bacterias (Lactobacillus spp) producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte, que suprime microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de materiales como la lignina y la celulosa, fermentándolos, removiendo efectos no deseables de la materia orgánica no descompuesta (Rivera 2013)

Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

Este grupo de bacterias incluye géneros como Lactobacillus (L. plantarum, L. casei), Bidobacterium, Lactococcus, Streptococcus (S. lactis) y Pediococcus.

1.5.9.2. Bacterias Fototróficas

Las bacterias fototrópicas son un grupo de microbios independientes y autosuficientes. Estas bacterias utilizan como fuente de carbono moléculas orgánicas producidas por los exudados de las raíces, materia orgánica y/o gases dañinos (ácido sulfhídrico, aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares) y como fuente de energía utilizan la luz solar y la energía calórica del suelo (Rivera 2013)

Son un grupo de bacterias representados fundamentalmente por las especies Rhodopseudomonas palustris y Rhodobacter sphaeroides, microorganismos autótrofos facultativos. Los Rhodopseudomonas palustris es una bacteria, capaz de producir aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas, vitaminas y azúcares, donde todos ellos pueden ser utilizados por microorganismos heterótrofos para su crecimiento (Mosquera 2020)

Rhodopseudomonas sphaeroides, bacteria fotosintética que muestra gran diversidad metabólica que incluyen litotrofismo, respiración aeróbica y anaeróbica, la fijación de nitrógeno y la síntesis de tetrapiroles, clorofilas y vitamina B12.

1.5.9.3. Levaduras

Las levaduras son hongos unicelulares del género Saccharomyces, especialmente los Saccharomyces cerevisiae y Candida utilis que representan un puente biológico entre las bacterias y los organismos superiores, capaces de utilizar diversas fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía (Hidalgo et al. 2022)

Sintetizan sustancias antimicrobiales requeridas por las plantas para su crecimiento a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de plantas. Las sustancias bioactivas como las hormonas y las enzimas producidas por las levaduras, promueven la división activa celular y radical. (Mosquera 2020)

Estos microorganismos requieren como fuente de nitrógeno el amoníaco, la urea o sales de amonio y mezcla de aminoácidos. No son capaces de asimilar nitratos ni nitritos. Otros nutrientes requeridos por estos microorganismos es el fósforo que se puede administrar en forma de ácido fosfórico, magnesio (sulfato de magnesio), el calcio, el hierro, el cobre, el zinc, vitaminas del complejo B

1.5.9.4. Actinomicetes

Los actinomicetos son bacterias, son de vida libre, particularmente en el suelo. Se destacan por su papel principal en la solubilización de la pared celular o componentes de las plantas, hongos e insectos. Por ello tienen gran importancia en la formación de suelos. Streptomyces albus y Streptomyces griseus son las principales especies de actinomicetes, son excelentes agentes de control biológico debido a su amplio repertorio para producir compuestos antifúngicos que inhiben el crecimiento micelial de varios hongos topatógenos (Krishna et al. 2018)

La actividad antagonista de Streptomyces contra hongos patógenos está relacionada con la producción de compuestos antifúngicos como: enzimas hidrolíticas extracelulares, se consideran enzimas hidrolíticas importantes en la lisis de las paredes celulares de Fusarium oxysporum Schltdl., Sclerotinia minor Jagger y Sclerotium rolfsii (Krishna et al. 2018)

Son una estructura intermedia entre bacterias y hongos, que pueden coexistir con las bacterias fotosintéticas y producen sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y la materia orgánica secretados por éstas. Ambas especies (actinomicetos y bacterias fotosintéticas), mejoran la calidad de los suelos desarrollados, al incrementar su actividad antimicrobiana (Rivera 2013)

1.5.9.5. Hongos fermentadores

Los hongos contribuyen con los procesos de mineralización del carbono orgánico del suelo; además son antagónicos de especies fitopatógenos,

capacidad de reproducirse tanto sexual como asexualmente, en donde la segunda les permite multiplicarse de forma rápida bajo condiciones favorables (sustratos ácidos y ricos en carbono) y la sexual (esporas) es más común bajo condiciones desfavorables. (Peña y Páez s. f.)

Poseen requerimientos bajos de nitrógeno, lo cual les brinda una ventaja competitiva en la descomposición de materiales como la paja y la madera. Dentro de los principales representantes de estos hongos encontramos especies: Aspergillus oryzae (Ahlburg) Cohn, Penicillium sp, Trichoderma sp y Mucor hiemalis Wehmer (Rivera 2013)

Especies del género Trichoderma sp. Se encuentran presentes en todas las latitudes, desde las zonas polares hasta la ecuatorial, son saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica. (Rivera 2013)

1.5.10. Efectos de los ME sobre la Fisiología de la planta

1.5.10.1. Efectos sobre la tolerancia a factores estresantes

Especies de Pseudomonas que al colonizar las raíces de las plantas o el interior del tejido pueden aliviar los efectos del estrés ambiental en la planta al ayudar a la adquisición de nutrientes por la planta, a modular los niveles de hormonas de la planta, inducir la acumulación de antioxidantes, también permiten regular o disminuir la expresión de los genes relacionados con el crecimiento de las plantas (Perez 2021)

1.5.10.2. Efectos sobre la fotosíntesis.

Las rizobacterias son capaces de mejorar la tasa fotosintética de las plantas debido al aumento en conductancia estomática y una mayor eficiencia

fotoquímica particularmente bajo condiciones de estrés abiótico, mejorando la asimilación del CO_2, aumentan el contenido de clorofila (Velasco et al. 2020)

1.5.10.3. Efecto sobre enraizamiento

Algunos microorganismos tienen la capacidad de inducir cambios en el equilibrio fitohormonal, principalmente en la producción de ácido indol-acético, así como la capacidad de solubilizar minerales del suelo como el fosfato, haciéndolos fácilmente disponibles. Asimismo, existen muchos hongos y bacterias que son capaces de solubilizar minerales que contienen potasio mediante la producción de ácidos orgánicos e inorgánicos y la producción de polisacáridos (Perez 2021)

1.5.10.4. Efecto sobre el incremento de biomasa

Algunas bacterias pueden promover el crecimiento vegetal y con ello la calidad de biomasa, la cual puede ser utilizada como alimento directo, producción de biocombustible o en la fabricación de piensos. En particular las bacterias endofíticas pueden colonizar los tejidos internos de órganos en la planta y con ello contribuir crecimiento en biomasa, las bacterias endofíticas y las rizobacterias contribuir a una mejor adquisición de nutrientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas (Velasco et al. 2020)

1.5.10.5. Efecto sobre la inducción de la floración

Algunos investigadores han trabajado con la porción cultivable del microbiana de A. thaliana en plantas que retienen el efecto de floración temprana y han demostrado que los microorganismos pueden modificar múltiples rasgos de las plantas incluyendo el desarrollo del follaje y la floración, al inocular mezclas de microorganismos en el cultivo se logró reducir las demandas de productos químicos, y se incrementó el número de flores, número de frutos y la calidad de los mismos (mayor cantidad de azúcares solubles, ácidos orgánicos, vitaminas (ácido ascórbico y ácido fólico) (Mosquera 2020)

1.5.10.6. Efecto sobre la germinación de semillas

El tratamiento de semillas que incluye la inoculación de microorganismos eficientes (aspecto biológico) y la hidratación de semillas (aspecto fisiológico) para protegerlas de enfermedades transmitidas por semillas y por el suelo conocido como biopriming y osmopriming, es capaz de activar cambios en las características de las plantas y facilitar la germinación y el crecimiento uniformes de las semillas asociadas con la inoculación de microorganismos. (Perez 2021)

1.6. Hipótesis

Ho: No es de vital importancia utilizar microorganismos eficientes para mejorar la producción del cultivo de banano

Ha: Es de vital importancia utilizar microorganismo eficientes para la producción del cultivo de banano

1.7. Metodología de la Investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se recopilará información de libros, revistas, periódicos, artículos científicos.

La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de parafraseo, análisis y resumen con temas referentes a la influencia de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano (*Musa AAA*)”

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de la investigación bibliográfica, fue recolectar información referente a la influencia de microorganismos eficientes en el cultivo de Banano (Musa AAA) en el Ecuador.

Los microorganismos eficientes (EM), representan una alternativa saludable con el medio ambiente y con la salud humana, mediante la aplicación de microorganismos beneficios se quiere mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, aumentando la fertilizante y obtener niveles altos de calidad y producción del cultivo de banano

2.2. Situaciones detectadas

Es posible cultivar banano y obtener fruta con calidad de exportación mediante el manejo integrado del cultivo utilizando EM, y disminuir la dependencia de agroquímicos y llegar a la cosecha con altos indicies de producción

La actividad supresiva de los microorganismos eficientes puede ejercer la producción de metabolitos secundarios asociados con la rizósfera de las plantas y facilita el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El tratamiento de semillas que incluye la inoculación de microorganismos eficientes, se aplica con la finalidad de protegerlas de enfermedades transmitidas por semillas.

Fertilización con fuentes orgánico como los microorganismos eficientes, incrementaran el rendimiento de banano orgánico, 51,06 $t.ha^{-1}$, con mayor peso por racimo 30,63 kg (Galecio et al. 2020)

La aplicación de EM ha logrado mejorar el sistema radicular aumentando el porcentaje de raíces sanas y la calidad fitosanitaria de las plantas de banano propiciando una mayor tolerancia al ataque la Sigatoka negra, nematodos y demás plagas.

La utilización de consorcios microbianos ha demostrado ser eficiente en el control de nemátodos del suelo.

Los microorganismos eficientes en el suelo retienen más agua, incrementan la resistencia al estrés hídrico del cultivo.

2.3. Soluciones planteadas

Entre las soluciones planteadas se tienen:

Aplicar microorganismos eficientes como mejorador de suelos y actividad microbiana en beneficio del cultivo de banano en el Ecuador.

Que las haciendas bananeras del Ecuador, realicen aplicaciones de microorganismos eficientes, a fin de incrementar la producción.

Organismos gubernamentales ejecuten planes de capacitaciones y talleres sobre la aplicación de microorganismos eficientes, a los agricultores que realizan la actividad bananera.

2.4. Conclusiones

Por lo anteriormente detallado se concluye:

La actividad bananera es de gran importancia para la economía y desarrollo del Ecuador, para mejorar la producción y calidad del fruto es necesario la implementación de tecnologías como son; los microorganismos eficientes está siendo utilizada para reemplazar agroquímicos y fertilizantes

sintéticos, permitiendo el mejoramiento en la calidad del suelo al construir una microflora balanceada.

Los microorganismos eficientes son de gran importancia en las actividades agrícolas porque favorecen la germinación de semillas, incrementan la floración, crecimiento y desarrollo de los frutos, garantizan una reproducción exitosa en las plantas, mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la actividad fotosintética, mejora la absorción agua y nutrientes en las plantas.

2.5. Recomendaciones

Tomando como referencia las conclusiones planteadas anteriormente se recomienda:

Efectuar ensayos sobre el uso de microorganismos eficientes como un modelo sostenible para mejorar la producción de banano en el Ecuador, debido a que existe poca información científica de aquello.

Realizar estudios comparativos sobre la utilización de microorganismos eficientes con manejo de cultivo de banano con fertilización convencional.

Promover la utilización de microorganismos eficientes en el cultivo de banano, como complemento para mejorar las propiedades del suelo y aumentar la producción.

BIBLIOGRAFIA

Arias, A. 2010. Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. Journal de Ciencia e Ingeniería 2(2):42-45. DOI: https://doi.org/10.46571/JCI.2010.2.7.

Baena, M; Vezina, A. 2020. Morfología de la planta del banano (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en http://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano.

Caceres, R. 2016. Determinación de los efectos de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano (Musa AAA) cv. Williams" (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3258/1/T-UTEQ-0095.pdf.

Feijoo, M; Mesa, J. 2016. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. Revista Científica Agroecosistemas 4(2):31-40.

Galecio, M; León, K; Aguilar, R. 2020. Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (Musa spp. L.). Manglar 17(4):301-306.

Hidalgo, D; Corona, F; Marroquín, M. 2022. Manure biostabilization by effective microorganisms as a way to improve its agronomic value. Biomass Conversion and Biorefinery . DOI: https://doi.org/10.1007/s13399-022-02428-x.

Jaramillo, E; Arguello, A. 2020. Ecuador, líder en la producción de banano (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en https://www.ekosnegocios.com/articulo/ecuador-lider-en-la-produccion-de-banano.

Krishna, S; Giovanardi, D; Stefani, E. 2018. Plant Growth Promoting and Biocontrol Activity of Streptomyces spp. as Endophytes. International Journal of Molecular Sciences 19(4):952. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms19040952.

León, D. 2020. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES DE MONTAÑA PARA POTENCIAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS (En 2020). :108.

Leon, K. 2022. Aplicacion de fuentes organicas y micioorganismos eficientemente sobre el rendimiento del cultivo de banano cultivar willias - macacara - paita - valle del chira (en línea, sitio web). Consultado 15 mar. 2022. Disponible en https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2486/AGRO-LEO-HUA-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Márquez, J. 2021. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020 (En 2021). :15.

Ministerio de Comercio Exterior. 2017. Informe-sector-bananero-español-04dic17.pdf (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-espa%C3%B1ol-04dic17.pdf.

Miranda, J. 2021. COMPAÑAMIENTO EN EL MANEJO AGRONOMICO Y LA EJECUCION DE LABORES CULTURALES DEL CULTIVO DE BANANO (Musa AAA Simmonds) DEL GRUPO EMPRESARIAL BANAEXPORT (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/4758/dearmasmirandajuliana.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Molina, N. 2020. Análisis de la flor del banano (Musa paradisiaca AAA), y su aplicación en la culinaria en la ciudad de Guayaquil. :110.

Morocho, M; Mora, M. 2019. Microorganismos ecientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas (En 2019). :11.

Mosquera, Z. 2020. Microorganismos eficientes (EM) - Marco teórico (en línea, sitio web). Consultado 30 mar. 2022. Disponible en https://1library.co/article/microorganismos-eficientes-em-marco-te%C3%B3rico.q23j9n6z.

Omar, C; Ernesto, A. 2013. Alternativa saludable y económica para lograr una agricultura sostenible: los microorganismos eficientes. Luz 12(1):84-95.

Orellana; Bonilla; Solorzano; Salazar; Velastegui. 2008. BANANO.pdf (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en https://quickagro.edifarm.com.ec//pdfs/manual_cultivos/BANANO.pdf.

Patricia. 2022. Arbol del banano o planta del banano (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en https://www.banabiosa.com/es/arbol-del-banano-o-planta-del-banano/.

Pedraza, C. 2019. CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA DEL PSEUDO TALLO DE PLÁTANO COMO REFUERZO Y DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO PARA FABRICACIÓN DE TEJAS. :114.

Peña, R; Paez, J. 2019. HONGOS FITOPATOGENOS. :6.

Perez, Y. 2021. EFECTOS DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES SOBRE LA FISIOLOGÍA DE LA PLANTA (en línea, sitio web). Consultado 30 mar. 2022. Disponible en https://es.linkedin.com/pulse/efectos-de-los-microorganismos-eficientes-sobre-la-fisiolog%C3%ADa-perez.

Polanco Zambrano. 2017. Plátano (Musa spp), cuidados de la planta. Propiedades del plátano (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/tipos-de-frutas/platano-musa.

Ramos, X. 2021. ¿seguiremos siendo el principal exportador mundial de la fruta? (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en https://www.eluniverso.com/noticias/informes/el-banano-ecuatoriano-pierde-mercado-en-estados-unidos-pero-seguiremos-siendo-el-principal-exportador-mundial-de-la-fruta-nota/.

Rivera, R. 2013. Guia de Manejo de Microorganisnos eficientes (EM) (en línea, sitio web). Consultado 30 mar. 2022. Disponible en http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6123/BVE17109336e.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Velasco, A; Castellanos, O; Acevedo, G; Aarland, R; Rodríguez, A. 2020. Bacterias rizosféricas con beneficios potenciales en la agricultura. Terra Latinoamericana 38(2):333-345.

Velez, J. 2018. Actividad antioxidante de la flor del plátano. Revista ReCiTeIA 16.